

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-112253

(43)Date of publication of application : 15.04.2003

(51)Int.Cl.

B22D 27/20

B22D 19/14

B22D 25/02

G22C 1/08

G22C 1/10

(21)Application number : 2002-204812

(71)Applicant : HUETTE KLEIN-REICHENBACH
GMBH

(22)Date of filing : 11.06.2002

(72)Inventor : DOBESBERGER FRANZ
FLANKL HERBERT
LEITLMEIER DIETMAR
BIRGMANN ALOIS

(30)Priority

Priority number : 2001 0936
2002 0621

Priority date : 15.06.2001
22.04.2002

Priority country : AT

AT

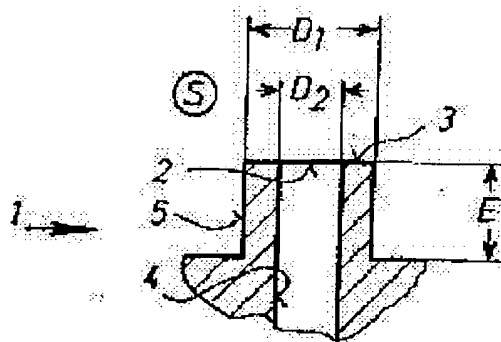
(54) APPARATUS AND METHOD OF MANUFACTURING FOAMY METAL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an apparatus which is capable of putting gas into molten metal in the form of small pores or air bubbles having nearly the same volume and having adjustable sizes and a method of forming the desired foamy metal.

SOLUTION: At least one gas feed pipe 1 projects and intrudes into the molten metal S and has a gas outlet section 2 having an area of 0.006 to 0.2 mm² and a pipe end face 3 smaller than 4.0 mm² at the intruding end.

The uniformity of the diameters or sizes of the respective separate bubbles exists and the sizes of the air bubbles



can be controlled by adjustment of the inflow parameter of the gas.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 13.12.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

PAT-NO: JP02003112253A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2003112253 A

TITLE: APPARATUS AND METHOD OF MANUFACTURING FOAMY METAL

PUBN-DATE: April 15, 2003

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
DOBESBERGER, FRANZ	N/A
FLANKL, HERBERT	N/A
LEITLMEIER, DIETMAR	N/A
BIRGMANN, ALOIS	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
HUETTE KLEIN-REICHENBACH GMBH	N/A

APPL-NO: JP2002204812

APPL-DATE: June 11, 2002

PRIORITY-DATA: 20010936 (June 15, 2001) , 20020621 (April 22, 2002)

INT-CL (IPC): B22D027/20, B22D019/14 , B22D025/02 , C22C001/08 , C22C001/10

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an apparatus which is capable of putting gas into molten metal in the form of small pores or air bubbles having nearly the same volume and having adjustable sizes and a method of forming the desired foamy metal.

SOLUTION: At least one gas feed pipe 1 projects and intrudes into the molten metal S and has a gas outlet section 2 having an area of 0.006 to 0.2 mm

COPYRIGHT: (C)2003,JPO

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Equipment characterized by having the gas outlet cross section (2) which a gas supply line (1) projects, and enters to a molten metal (S), enters, and has the area of 2 0.006-0.2mm in an edge in the equipment into which gas is put to the molten metal which consists of the metal which can be foamed with at least one tubing in order to manufacture a foamy metal, and a tubing end face (3) smaller 4.0mm than 2.

[Claim 2] Equipment according to claim 1 with which outlet opening (2) of a gas supply line (1) is characterized by the thing of the maximum inside dimension (D2) of outlet opening (2) constituted so that it may enter by one (E) at least 10 times the magnitude of this to a molten metal if possible at least 5 times.

[Claim 3] Equipment according to claim 1 or 2 characterized by the gas supply line (1) having a circular gas outlet (2) and the tubing edge, or a tubing end face (3) in a circle.

[Claim 4] Equipment of one publication of claim 1-3 with which the gas supply line (1) which enters to a molten metal (S) is characterized by having the outside profile (6) of the shape of the shape of a spherical segment, the shape of OFF frustum, and a truncated pyramid in the range of a gas outlet edge (2) at least.

[Claim 5] Equipment of one publication of claim 1-4 characterized by the angle (alpha) which a trapezoid front face (6) makes with the axis (7) of a gas supply line (1) having a value smaller small if possible than 45 degrees from 60 degrees.

[Claim 6] at least two -- more [if possible] gas supply lines (1, 1', 1'') than two -- especially -- if possible -- each to the molten metal of outlet opening which enters and has a value with larger magnitude (E) than 10 times -- at intervals of mutual [same] (A1, A2) ($A \geq 10 \times E$) Equipment of one publication of claim 1-5 characterized by being prepared in the exchangeable tuyere stock (8) in the molten metal container (9) of a foamy metal manufacturing installation.

[Claim 7] In order to manufacture a foamy metal, are equipment into which gas is put to the molten metal which consists of the metal which can be foamed with at least one tubing, and a gas supply line projects, enter and enter to a molten metal, and it sets at the edge. Equipment characterized by for a gas supply line entering at least and having changed to the range of an edge from ** and a ceramic in a thing with the gas outlet cross section (2) which has the area of 2 0.006-0.2mm, and a tubing end face (3) smaller than 2 4.0mm.

[Claim 8] Equipment according to claim 7 characterized by ceramics being an oxide ceramic, especially an aluminum-oxide ceramic.

[Claim 9] The approach that the homogeneity of the diameter of each individual bubble or magnitude and magnitude of air bubbles are characterized by being controlled by accommodation of the inflow parameter of the gas to the geometric configuration and metal molten metal of a nozzle in the approach of manufacturing a foamy metal by blowing in of the gas to the metal molten metal in which foaming is possible.

[Claim 10] the homogeneity of the magnitude of an individual bubble -- the gas supply line to a molten

metal -- entering -- the approach according to claim 9 that it is obtained and magnitude of an individual bubble is characterized by being controlled by the magnitude of a gas outlet cross section, the magnitude of a supply pipe end face, and magnitude of gas pressure.

[Claim 11] or [that gas vibrates around the average] -- or the pressure to change -- or the equipment according to claim 9 or 10 characterized by supplying a molten metal by the nozzle moved so that it may vibrate.

[Claim 12] gas -- 0.3-12bar -- the approach according to claim 9 or 10 characterized by what is blown by the pressure of **** 0.7 - 5bar.

[Claim 13] a metal molten metal -- a light metal -- the approach according to claim 9 to 12 characterized by being created from **** aluminum or an aluminum alloy.

[Claim 14] The approach of one publication of claim 9-13 characterized by using a SiC particle or 2Oaluminum3 particle and another non-metallic particle, or the phase between metals in order to create the metal molten metal in which foaming is possible.

[Claim 15] The approach of one publication of claim 9-14 characterized by using the particle which, if possible, stabilizes 1-50 micrometers of foamy metals with the magnitude of 3-20 micrometers.

[Claim 16] The approach of one publication of claim 9-15 characterized by creating the metal molten metal which has the volume rate of the particle of 18 - 28 volume % in order to 2-50 volume % Become, and which can be foamed.

[Claim 17] It is the approach of one publication of claim 9-16 which gas sets spacing S (mm) by $S = -11.5 + 144.6 \times P - 0.55$ at least, is blown below a molten metal in that by which the homogeneity of each bubble diameter or magnitude and the magnitude of a gas bubble are controlled, and is characterized by P being the numeric value (volume %) of the particle content of a molten metal here.

[Claim 18] oxygen content Guth -- the approach of one publication of claim 9-17 characterized if possible by air, especially blowing pure oxygen substantially.

[Claim 19] The foamy metal body characterized by breaking the diameter of the maximum air bubbles with the diameter of the minimum air bubbles, and producing a value smaller than 2.5 in the foamy metal with the air bubbles divided with the wall which consists of a floating metal base material with a solid reinforcement particle which can be flowed.

[Claim 20] In what a foamy metal body has the stoma which is spatially distributed over homogeneity and is surrounded with the wall of immobilization, and a wall consists of a metal base material, and consists of the particle blown into this base material The foamy metal body to which a stoma is substantially characterized by spherical or it being closed in the shape of an ellipsoid, and being formed, and the greatest diameter of a stoma being distributed over the single mode, respectively, being formed from each bubble with which the stoma was stabilized substantially, and covering the wall internal surface with the oxide selectively at least.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the equipment into which gas is put to the molten metal which consists of the metal which can be foamed with at least one tubing in order to manufacture a foamy metal.

[0002] Furthermore, this invention relates to the approach of manufacturing a foamy metal, by blowing gas into the metal molten metal which can be foamed.

[0003] In an innovative technique, an ingredient with a new property is needed increasingly. A foamy ingredient is such an ingredient, on the other hand, has little remarkable specific gravity as compared with a solid ingredient, and has a different mechanical property on the other hand and a completely different material property.

[0004]

[Description of the Prior Art] Various approaches are well-known in order to manufacture a foamy metallic material. For example, you can add the matter to a metal molten metal, and it can be made to be distributed in this, and these matter is disassembled in the melting temperature to which the metal phase was given, generating gas. or [being formed in a molten metal in that case] -- or the formed air bubbles condense and a bubble object is created in this way.

[0005] Furthermore, the foaming approach of putting in down to the so-called front face of the metal which fused gas and which can be foamed, and foamy composite material, and creating a foamy metal in this way is also well-known.

[0006] the [international application] -- such [, for example] a continuous foaming approach is well-known from WO 91/No. 01387 or the Europe patent application announcement No. 483184 description.

[0007] An eddy can perform putting in gas to a liquefied metal according to the Europe patent application announcement No. 545957 description, the stoma of a different diameter exists in the bubble ingredient which it does in this way, and is formed, and is solidified, and, as a result, a not much unreproducible material property arises. The magnitude of the stoma in a bubble object and accommodation of distribution are not possible to sufficient extent.

[0008] According to the U.S. Pat. No. 5281251 description, putting in gas to a molten metal is performed by the feeder which has gas outlet opening in the wing edge of the outside constituted like a whisk. The U.S. Pat. No. 5334236 description is indicating the similar operation gestalt or the vibrating nozzle of an introductory means.

[0009] In order to perform effective bubble formation, adding gas to molten metal was also proposed by the vertical nozzle with the propeller-like agitator which rotates in order to make it circle in air bubbles further through the nozzle of a large number like an oscillating nozzle room (the Europe patent application disclosure No. 544291 description).

[0010] The stoma or air bubbles in which a fault common for all the well-known equipments that manufacture a foamy metal by blowing in of the gas to a molten metal has large variation of tolerance is formed, and the magnitude and magnitude distribution are being unable to adjust like a request. As a

result, comparatively large specific gravity and the material property which can reproduce a foamy metallic material insufficiently often arise so that desirably.

[0011]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] This invention offers relief measures and aims them at offering the equipment of a class which can put gas into a molten metal in the form of the stoma which can adjust magnitude with the almost same volume, or air bubbles and which raised to the beginning here. Another object of this invention is showing the approach of creating a desired foamy metal.

[0012]

[Means for Solving the Problem] In the equipment of a class which raised first, according to this invention, a gas supply line projects and this object is reached by having the gas outlet cross section which enters, enters to a molten metal and has the area of 2 0.006-0.2mm in an edge to it, and a tubing end face smaller 4.0mm than 2.

[0013] Substantially, stable bubble separation criteria are given to a gas supply line for the specific magnitude in the case of formation of a stoma, and the advantages acquired by this invention are things.

[0014] If put into gas through the hole in a nozzle plate, a bubble will arise to the metal by the conventional technique which can be foamed, and, as a result, amplification of the bubble adhesion range will take place to the surroundings of a hole to it so that I may understand as a result of an experiment. Since the magnitude of the bubble formed in the place of a nozzle plate in the event of separation and that case does not take strict narrow principle nature, a foamy metal with a bubble with a different diameter is formed. If two or the hole beyond it is established in the nozzle plate in order to put in gas to molten metal, while amplification of each bubble adhesion range in a plate front face advances and each bubble forms an excessive bubble, it is set to one, and this moves against desired bubble formation. Although to perform gas separation of a nozzle or division of large air bubbles by the relative motion of gas inlet opening or eddy formation in a metal as stated first was already tried, it did not produce desired effectiveness in extent with this sufficient.

[0015] The stable cellular separation criteria of the request in a molten metal will not be given without the geometric configuration by this invention of a gas supply line, and the foamy metal with which these criteria are substantially formed according to the individual foam volume product of the same height and it will be produced.

[0016] Configuration of equipment It can carry out advantageously as outlet opening of a gas supply line is constituted so that it may enter by one at least 10 times the magnitude of this to a molten metal if possible 5 times, even if there are few maximum inside dimensions of outlet opening. thereby, the bubble in a molten metal is especially effectively stable -- it strips off and criteria are acquired.

[0017] If the gas supply line has circular gas outlet opening and the tubing edge, or a tubing end face in a circle so that advantageously, the especially economical tube-end configuration for controlling the magnitude of air bubbles will be obtained.

[0018] In order to obtain large stability and the high abrasion resistance of the equipment in foaming operation by the small end face of a gas supply line, if the gas supply line which enters to a molten metal has the outside profile of the shape of the shape of a spherical segment, the shape of a truncated cone, and a truncated pyramid in the range of a gas outlet edge, it is advantageous at least. It is advantageous to constitute the outside profile of a gas supply line as the angle which a trapezoid front face makes with the axis of a gas supply line in that case has a value smaller small if possible than 45 degrees from 60 degrees.

[0019] equipment -- even if it takes into consideration the quality of the output of equipment, and manufacture technically -- at least two -- more [if possible] gas supply lines than two -- especially -- if possible -- each to the molten metal of outlet opening which enters and has a value with larger magnitude than 10 times -- if prepared in the exchangeable tuyere stock in the molten metal container of a foamy metal manufacturing installation at intervals of mutual [same], a still more remarkable advantage will arise. Thus, preparation of large high-class foam volume is possible for a short time, and especially this is desirable in the case of reprocessing of large-sized components depending on the case.

[0020] Though the homogeneity of the cellular volume is acquired by the equipment of a class which

raised first about the result in an individual experiment and small-scale mass production operation of having excelled In the case of the experiment of the preparation possibility of the foamy metal for the high production of the member of car industrial use, and a compound member The dimension configuration of equipment changed with the reactions of molten metal pervasion or equipment, and a molten metal during permanent operation, and it was checked that the guarantee of the stable cellular separation criteria in permanent operation is not given any longer by that cause.

[0021] thereby, antecedent-basis attachment **** and this invention are crossed to long duration also in permanent operation, and are aiming at another configuration from which stable cellular separation criteria are acquired in the case of foaming of a metal molten metal.

[0022] Long time amount is covered also in permanent operation, and the technical problem that the equipment with which stable cellular separation criteria are acquired in the case of foaming of a metal molten metal is constituted is solved, when a gas supply line enters at least and has changed to the range of an edge from ** and a ceramic.

[0023] In this way, the advantage acquired is as follows. Namely, with the configuration by this invention of equipment, even if a dimension configuration is still eternal even if it carries out long duration contact with the elevated-temperature metal molten metal of 100 Centigrade numbers at least, therefore it often uses equipment over long duration, stable cellular separation criteria are acquired in the case of foaming of a metal molten metal. Now, the high configuration stability and the long duration of service of the equipment by this invention make it possible to offer the foamy metal of eternally high quality in permanent operation without repair of equipment or exchange in the case of contact to a molten metal. The following information is used in that case. That is, in case it reacts slowly remarkably with a metal molten metal as compared with the part formed from the ceramic of equipment, and the steel equipment with which the whole equipment was used until now depending on the case and gas is supplied to a molten metal in the same dimension configuration as coincidence in that case, formation of a hydrophobic system is enabled about cellular formation.

[0024] In the equipment by this invention, especially high reaction inactive, therefore the outstanding operating property are acquired as ceramics are an oxide ceramic, especially an aluminum-oxide ceramic.

[0025] The technical problem of this invention of showing the approach of the class raised to the beginning whose creation of a high-class foamy metal is enabled by blowing in of the gas to the metal in which foaming is possible is solved by controlling the homogeneity of the diameter of each individual bubble, or magnitude, and the magnitude of air bubbles by accommodation of the inflow parameter of the gas to the geometric configuration and metal molten metal of a nozzle.

[0026] In this way, the advantage of the foamy metal obtained is improving the support criteria of a metal partition remarkably about the low specific gravity of a bubble object, and a desired material property substantially, especially, in case mechanical load's requires the bubble of the same magnitude.

[0027] according to [when a foamy metal body is required by the direct system from which the bubble of the respectively same magnitude differs corresponding to an activity] this invention -- the homogeneity of the magnitude of an individual bubble -- the gas supply line to a molten metal -- entering -- it is obtained and the magnitude of an individual bubble is simply controlled by the magnitude of a gas outlet cross section, the magnitude of a supply pipe end face, and magnitude of gas pressure. That is, if the foamy metal body has the air bubbles of the respectively same volume, however different magnitude, the material properties in the case of deformation also differ, this receives like a specific activity eye, and the body which fitted it best can be created.

[0028] or [that gas vibrates around the average so that I may understand as a result of a large-scale experiment] -- or the pressure to change -- or if a molten metal is supplied by the nozzle moved so that it may vibrate, the homogeneity of the magnitude of air bubbles can be raised further.

[0029] method engineering ---like -- however, product quality -- also being related -- gas -- 0.3-12bar -- it is still more advantageous if it blows in by the pressure of **** 0.7 - 5bar.

[0030] a metal molten metal -- a light metal -- if created from **** aluminum or an aluminum alloy, especially, it is light or a foamy metal body with small volume weight can be created. Thereby with

mass with a small member, the material property demanded from many sides can be acquired.

[0031] The configuration of metal foaming possibility however a bubble base material, or **** will also be remarkably improved, if the particle which consists of a SiC particle or 2Oaluminum3 particle and another non-metallic particle, or the phase between metals is used in order to create the metal molten metal which can be foamed. If the particle which, if possible, stabilizes 1-50 micrometers of foamy metals with the magnitude of 3-20 micrometers in that case is used and it is distributed over homogeneity to a bubble base material, it is advantageous about strong stability, especially the crookedness reinforcement of ****, and the result of having excelled will be obtained if the metal molten metal which has the volume rate of the particle of 18 - 28 volume % to 2-50 volume % Come [a mother metal] and which can be foamed is created.

[0032] When carrying out continuous foaming by the aforementioned approach, in few particle contents of especially a molten metal, it turned out that there are few [the bubble to which it is above a molten metal front face and a particle and a metal adhere] things to do for an extent burst. the metal which can flow by that cause -- it is foamy, and since a bubble may be collected, the foamy metal to solidify may have the stoma large one layer formed from the individual bubble beyond two or it, and these stomata may serve as a starting point of a poor ingredient, in case mechanical load is applied and a large punctiform pressure is applied especially.

[0033] The object of this invention into which an approach is developed sets spacing S (mm) by $S = -11.5 + 144.6 \times P - 0.55$ at least, gas is blown below a molten metal so that the partial burst of a bubble may be prevented substantially, and P is reached by being the numeric value (volume %) of the particle content of a molten metal here.

[0034] If the minimum stroke must be progressed in the molten metal containing a particle in the case of lifting to a molten metal front face of the air bubbles into which it is put to the metal molten metal which should foam by dividing and preparing the lifting height by this invention, a particle can fully accumulate on the surface of air bubbles in this stroke, respectively and a bubble crosses a molten metal front face, the advantage acquired by development by this invention will be stabilized so that air bubbles may not be exploded. Thereby, now, the metal molten metal in which foaming of a low particle content, for example, 2 volume %, is possible can also shift to the stable foamy metal of high quality easily especially by taking the lifting height of suitable magnitude into consideration by this invention.

[0035] furthermore, I understand -- as -- oxygen content Guth -- effectiveness with the minimum lifting height of air, especially the air bubbles which will be set by the particle content of a molten metal by the surprising thing if pure oxygen is blown substantially advantageous if possible can be heightened. It is because the oxide layer which carries out a reinforcement operation simultaneously is formed in the front face of the air bubbles to which the particle and the metal adhered.

[0036] In order to prepare the raw material for manufacturing a foamy metal body with a desired material property, this invention aims at creating the foamy metal with the air bubbles divided with the wall which consists of a floating metal base material with a solid reinforcement particle which can be flowed. This object is reached, when the diameter of the maximum air bubbles is broken with the diameter of the minimum air bubbles and produces a value smaller than 2.5. If a different means with a high precision is used for the foamy metal in which such floating is possible, it will be formed in a member, and will be made to solidify and the specific consistency of a part and the compression property in the case of compressive-stress impression will be acquired according to the magnitude of the bubble according to individual, and the value of a ratio. The bubble member with the consistency of 0.09-0.11 receives the condensation to 70% in the compressive stress in which 0.25-0.8Mpa carries out small lifting.

[0037] The foamy metal body which bears the high shape of a field and punctiform high mechanical load In the foamy metal of a class which raised first, a stoma is substantially closed spherically or in the shape of an ellipsoid, and is formed. The greatest diameter of a stoma is distributed over the single mode, and it is formed from each bubble with which the stoma was stabilized substantially, and is obtained by covering the wall internal surface with the oxide selectively at least, respectively.

[0038] It has the stoma box-frame construction reinforced with an oxide in advantageous single mode

magnitude distribution of the stoma distributed over homogeneity in three dimensions about the isotropy of a mechanical property, and the load impression possibility raised by that cause in the case of an activity is acquired, or the foamy metal body by this invention can raise the duration of service of a member by the metal bubble unit. Since a stoma is constituted so that it may be substantially equivalent to the bubble with which each of the metal bubble with which a stoma can flow was stabilized, the foamy metal body by this invention is suitable for using it for a member only in the high field-like load also in the high load which appears mainly in punctiform.

[0039] This invention is explained below by the drawing in which one example is shown, respectively at a detail.

[0040]

[Example] The gas supply line 1 into which only a dimension E enters to a molten metal is shown in drawing 1. The gas supply line 1 has eternal wall thickness with the tubing end face which projects to a molten metal S between an internal surface 4 and an outside surface 5.

[0041] Drawing 2 shows the gas supply line 1 to a molten metal S which enters and has a dimension, this tubing 1 has the outside profile 6 of the shape of the shape of a truncated cone, and a truncated pyramid in the outlet range, and this outside profile is making the angle to the axis of a gas supply path in the extension. With such a configuration format of a gas supply line 1, the tubing end face which has the minimum unit area to the place of the edge can be formed in the high stability and the high strength of a member.

[0042] A configuration format with the tuyere stock 8 which demounts in the wall 9 of a molten metal container if possible, and is formed in it possible from drawing 3 is known. tuyere stock -- eight -- **** -- a molten metal -- S -- entering -- three -- a ** -- a gas supply line -- one -- one -- ' -- one -- " -- mutual -- spacing -- A -- one -- and -- A -- two -- setting -- preparing -- having -- ****. When a foamy metal with such bubble magnitude which is different although the exchangeable tuyere stock 8 has the same individual foam volume product substantially easily should be manufactured, it is used by preference. It is because the magnitude of formation criteria, i.e., a gas outlet cross section, and the magnitude of a gas supply tube-end side can change in a short time by that cause.

[0043] A schematic-diagram side explains a bubble molding machine style again briefly.

[0044] If put into gas to a molten metal S, a **** bend will be formed in the outlet opening 2 of a supply pipe 1 in a molten metal. Around this bend that becomes large, a molten metal hangs down around this bend that becomes large in the perimeter side of gas outlet opening. Since now a hydrophobic system exists in the interface system of a molten metal/wall, the bond strength of the surrounding molten metal of gas outlet opening is small, and, thereby, field-like migration of a cellular separation phenomenon and the cellular boundary of the place of a wall produces it. Thereby, the separation conditions of air bubbles are substantially indefinite, and it becomes the cause of bubble magnitude by which they differ. If it is going to create a bubble by two or more adjoining outlet openings, when the most, these bubbles will be collected, foaming of a request will be barred by that cause, or the uneven bubble-like structure of a foamy metal will be formed.

[0045] Now, if the gas supply line 1 which projects, for example by this invention has a bore D2, the gas outlet cross section 2, and an outer diameter D1, as a result, the dimension of the tubing end face 3 will arise.

[0046] However, in case gas is put in to a molten metal, it moves only to the rim of the tubing end face 3 on a cellular boundary, but, thereby, the remarkable effect on separation criteria exists. Since the contiguity gas supply line 1 which enters to the molten metal S in which foaming is possible, 1', and 1" of predetermined separation criteria of air bubbles are also formed for the field which returns in the rim of an end face 3, a settlement and generating of a large bubble are prevented substantially.

[0047] Furthermore, the configuration of this invention is further explained with reference to drawing 4 and 5.

[0048] Various aluminum alloys, for example, AlSi7Mg, which contains a particle in a large-scale experiment sequence, respectively, The aluminum alloy substantially known as A356 including 7% of the weight of silicon, and 1% of the weight of magnesium besides aluminum, Or melting of AA6061

(aluminum alloy with the presentation by an aluminum association's specification number 6061) was carried out in the melting crucible, and accommodation of the particle content in a molten metal was performed by mixing of an alloy without the particle which is in agreement with a scientific presentation depending on the case, for example. Then, gas was supplied to the particle content molten metal. In all experiments, supply was performed through each nozzle object with outlet opening, and the nozzle pair which consists of chromium-nickel steel and a ceramic was used.

[0049] The endurance of various nozzle objects was inspected in the 1st experiment sequence. On the other hand, the time amount for 20 seconds - 45 minutes was covered by the chromium-nickel steel nozzle again, and change of the configuration of gas outlet opening was optically checked by molten metal pervasion in ZURU of the steel used by the aluminum-oxide nozzle about 2 minutes or more on the other hand at the time of implementation of five foaming experiments, respectively. The metal bubble which a foaming process begins, and is created by the end in accordance with it, and is removed from a molten metal front face had various apertures. Unlike this, with the nozzle object which consists of an aluminum oxide, such change of a dimension configuration was not seen by continuous duty [/ in 45 minutes], either. Therefore, all experiment time amount was able to be covered and the foamy metal with an equivalent stoma property was able to be created. Other ceramic ingredients like SiO_2 or $\text{SiO}_2/\text{aluminum } 2\text{O}_3$ can be used with the advantage over steel. However, the greatest time is obtained with the nozzle object which consists of aluminum 2O_3 .

[0050] By the 2nd experiment sequence, with the nozzle object which consists of an aluminum oxide, lifting height S of the gas into which it is put in the particle content P which the molten metal fixed changed, and the property of the metal bubble formed in the various gas installation depth was inspected. The following property was shown in relation to the drawing 4. For example, in few particle contents P of the molten metal of 2 volume %, if a metal bubble is formed in low lifting height S and a cross section is seen, the stoma currently formed from at least two bubbles exists. Such a stoma is simply accepted by being formed long and slender like an ellipsoid with the large ratio of a major axis and a minor axis. Such a property is found out in the inspected particle content by the lifting height range A of drawing 4. However, lifting height S does not come to the range A of drawing 4 any longer, and in the given particle content P, if it is raised as it is in Range B, a foamy metal is created, and for the reason like the lifting line raised, a bubble can accumulate a particle in a front face enough, and, thereby, will be stabilized to the burst in a liquefied metal bubble. The line which separates the range A as which the required lifting height substantially found experimentally for perfect bubble stabilization is entered in drawing 4 to the various particle contents of a triangular form, and Range B shows the equilibrium line of the following general formula united with experimental data.

$Y=a+Xb$ [0051] When maintaining the minimum lifting height, the stoma which is selectively equivalent to each air bubbles to 99% or more to 95% or more with a sectional view in a metal bubble was checked. Drawing 5 shows magnitude distribution of the stoma of the foamy metal which maintained the foaming conditions by this invention and was created. According to the single mode distribution of the magnitude of a stoma, the magnitude of a stoma is roughly [whether it is smaller than the rate with 2mm of a stoma] distributed in the average of 4mm by the rate with about 6mm of a stoma by extent almost same on both sides or the same frequency of the average so that the histogram of drawing 5 may show.

[0052] In the 3rd experiment sequence, the effect of the gas to an ingredient presentation and an ingredient property blown was investigated. When oxygen content gas like also unexpectedly cheap air within the limits of secondary electron microscope (SEM) inspection was used at that time, it turned out that the additional layer which changes from an oxide to the subrange on the front face of a stoma is formed. As 5 - 7% of buildup of deformation energy required in order to compress the **** metal body by this invention into the half volume showed, an oxide layer acts so that it can reinforce to a foamy metal. In all, the buildup of about 10% of deformation energy raised further was accepted, when using oxygen pure as foaming gas. In such a case, as shown by SEM photography, the wall internal surface is substantially covered with the oxide to at least 90% thoroughly.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] A gas supply line is shown.

[Drawing 2] A gas supply line with a cone size-like outside profile is shown.

[Drawing 3] Tuyere stock with two or more gas supply lines is shown.

[Drawing 4] The relation of the minimum lifting height of a molten metal and particle content which are taken into consideration by this invention is shown.

[Drawing 5] Stoma distribution of the foamy metal body by this invention is shown.

[Description of Notations]

1 Gas Supply Line

2 Gas Outlet Cross Section

3 Tubing End Face

S Molten metal

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-112253

(P2003-112253A)

(43) 公開日 平成15年4月15日 (2003. 4. 15)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード [*] (参考)
B 2 2 D 27/20		B 2 2 D 27/20	Z 4 K 0 2 0
19/14		19/14	A
25/02		25/02	G
C 2 2 C 1/08		C 2 2 C 1/08	B
1/10		1/10	G

審査請求 有 請求項の数20 書面 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2002-204812(P2002-204812)

(22) 出願日 平成14年6月11日 (2002. 6. 11)

(31) 優先権主張番号 A 9 3 6 / 2 0 0 1

(32) 優先日 平成13年6月15日 (2001. 6. 15)

(33) 優先権主張国 オーストリア (A T)

(31) 優先権主張番号 A 6 2 1 / 2 0 0 2

(32) 優先日 平成14年4月22日 (2002. 4. 22)

(33) 優先権主張国 オーストリア (A T)

(71) 出願人 502251968

ヒュツテ・クラインーライヒエンバツハ・
ゲゼルシャフト・ミット・ベシユレンクテ
ル・ハフツング

Huette Klein-Reiche
nbach Gesellschaft
m. b. H.

オーストリア国シュヴァルツエナウ・クラ
インライヒエンバツハ25

(74) 代理人 100062317

弁理士 中平 治

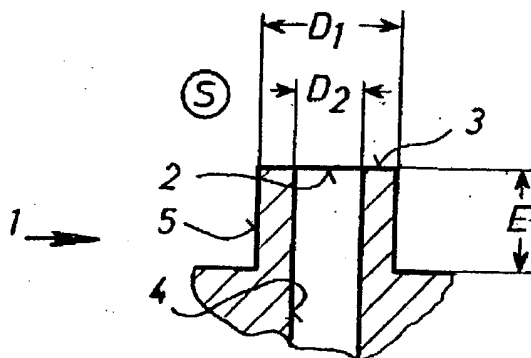
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 泡状金属を製造する装置及び方法

(57) 【要約】

【目的】 ほほ同じ容積を持ちかつ大きさを調節可能な小孔又は気泡の形でガスを溶湯に入れることができる装置、及び所望の泡状金属を作成する方法を提供する。

【構成】 少なくとも1つのガス供給管1が突出して溶湯Sへ入り込み、入り込み端部において、0. 006～0. 2 mm² の面積を持つガス出口断面2及び4. 0 m m² より小さい管端面3を持っている。それぞれの個別泡の直径又は大きさの均一性が存在し、ガスの流入パラメータの調節により、気泡の大きさが制御される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 泡状金属を製造するため少なくとも1つの管により泡立ち可能な金属から成る溶湯へガスを入れる装置において、ガス供給管(1)が突出して溶湯(S)へ入り込み、入り込み端部において、 $0.006 \sim 0.2 \text{ mm}^2$ の面積を持つガス出口断面(2)及び 4.0 mm^2 より小さい管端面(3)を持っていることを特徴とする装置。

【請求項2】 ガス供給管(1)の出口開口(2)が、出口開口(2)の最大内側寸法(D2)の少なくとも5倍なるべく少なくとも10倍の大きさ(E)で溶湯へ入り込むように構成されていることを特徴とする、請求項1に記載の装置。

【請求項3】 ガス供給管(1)が円形のガス出口(2)及び管端縁又は円環状の管端面(3)を持っていることを特徴とする、請求項1又は2に記載の装置。

【請求項4】 溶湯(S)へ入り込むガス供給管(1)が、少なくともガス出口端部(2)の範囲に、球欠状、切錐台状又は角錐台状の外側輪郭(6)を持っていることを特徴とする、請求項1～3の1つに記載の装置。

【請求項5】 台形表面(6)がガス供給管(1)の軸線(7)となす角(α)が、 60° より小さくなるべく 45° より小さい値を持っていることを特徴とする、請求項1～4の1つに記載の装置。

【請求項6】 少なくとも2つなるべく2つより多いガス供給管(1, 1', 1'')が、特になるべく出口開口の溶湯への入り込み大きさ(E)の10倍より大きい値を持つそれぞれ同じ相互間隔(A1, A2) ($A \geq 10 \times E$)で、泡状金属製造装置の溶湯容器(9)にある交換可能な送風支管(8)に設けられていることを特徴とする、請求項1～5の1つに記載の装置。

【請求項7】 泡状金属を製造するため少なくとも1つの管により泡立ち可能な金属から成る溶湯へガスを入れる装置であって、ガス供給管が突出して溶湯へ入り込み、入り込み端部において、 $0.006 \sim 0.2 \text{ mm}^2$ の面積を持つガス出口断面(2)及び 4.0 mm^2 より小さい管端面(3)を持っているものにおいて、ガス供給管が、少なくとも入り込み端部の範囲において、セラミツクから成っていることを特徴とする装置。

【請求項8】 セラミツクが酸化物セラミツク特に酸化アルミニウムセラミツクであることを特徴とする、請求項7に記載の装置。

【請求項9】 泡立ち可能な金属溶湯へのガスの吹込みにより泡状金属を製造する方法において、それぞれの個別泡の直径又は大きさの均一性及び気泡の大きさが、ノズルの幾何学的構成及び金属溶湯へのガスの流入パラメータの調節により制御されることを特徴とする方法。

【請求項10】 個別泡の大きさの均一性が、溶湯へのガス供給管の入り込みにより得られ、個別泡の大きさが、ガス出口断面の大きさ、供給管端面の大きさ及びガ

ス圧力の大きさによって制御されることを特徴とする、請求項9に記載の方法。

【請求項11】 ガスが、平均値の周りに振動するか又は変動する圧力で又は振動するように動かされるノズルにより、溶湯へ供給されることを特徴とする、請求項9又は10に記載の装置。

【請求項12】 ガスが $0.3 \sim 12 \text{ bar}$ なるべく $0.7 \sim 5 \text{ bar}$ の圧力で吹込まれることを特徴とする、請求項9又は10に記載の方法。

【請求項13】 金属溶湯が軽金属なるべくアルミニウム又はアルミニウム合金から作成されることを特徴とする、請求項9～12に記載の方法。

【請求項14】 泡立ち可能な金属溶湯を作成するために、SiC粒子又は Al_2O_3 粒子及び別の非金属粒子又は金属間相が使用されることを特徴とする、請求項9～13の1つに記載の方法。

【請求項15】 $1 \sim 50 \mu\text{m}$ なるべく $3 \sim 20 \mu\text{m}$ の大きさをもちかつ泡状金属を安定化する粒子が使用されることを特徴とする、請求項9～14の1つに記載の方法。

【請求項16】 $2 \sim 50$ 容積%なるべく $18 \sim 28$ 容積%の粒子の容積割合を持つ泡立ち可能な金属溶湯が作成されていることを特徴とする、請求項9～15の1つに記載の方法。

【請求項17】 それぞれの泡直径又は大きさの均一性及びガス泡の大きさが制御されるものにおいて、ガスが少なくとも

$$S = -11.5 + 144.6 \times P - 0.55$$

により間隔S(mm)において溶湯より下に吹込まれ、ここでPは溶湯の粒子含有量の数値(容積%)であることを特徴とする、請求項9～16の1つに記載の方法。

【請求項18】 酸素含有ガスなるべく空気、特に実質的に純粋な酸素が吹込まれることを特徴とする、請求項9～17の1つに記載の方法。

【請求項19】 固体の補強粒子を持つ流動金属母材から成る壁により区画されている気泡を持つ流動可能な泡状金属において、最大気泡の直径が、最小気泡の直径により割られて2.5より小さい値を生じることを特徴とする泡状金属体。

【請求項20】 泡状金属体が、空間的に均一に分布されかつ固定の壁により包囲される小孔を持ち、壁が金属母材から成り、この母材へ吹込まれる粒子から成るものにおいて、小孔が実質的に球状又は楕円体状に閉じられて形成されており、小孔のそれぞれ最大の直径が単モードに分布され、小孔が実質的に安定化された個々の泡から形成され、壁内表面が少なくとも部分的に酸化物で被覆されていることを特徴とする泡状金属体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、泡状金属を製造す

るため少なくとも1つの管により泡立ち可能な金属から成る溶湯へガスを入れる装置に関する。

【0002】更に本発明は、泡立ち可能な金属溶湯へガスを吹込むことにより泡状金属を製造する方法に関する。

【0003】革新的な技術において、新しい特性を持つ材料がますます必要とされる。泡状材料はこのような材料であり、一方では中実材料に比較して著しく少ない比重を持ち、他方では異なる機械的特性及び全く異なる材料特性を持っている。

【0004】

【従来の技術】泡状金属材料を製造するため種々の方法が公知である。例えば金属溶湯に物質を添加し、この中に分布させることができ、これらの物質は、金属相の与えられた溶融温度において、ガスを発生しながら分解する。その際溶湯中で、形成されるか又は形成された気泡が凝固し、こうして泡体を作成する。

【0005】更にガスを溶融した泡立ち可能な金属、いわゆる泡状複合材料の表面の下へ入れ、こうして泡状金属を作成する泡立ち方法も公知である。

【0006】国際出願第WO91/01387号又は欧州特許出願公告第483184号明細書から、例えばこのような連続的泡立ち方法が公知である。

【0007】液状金属へガスを入れることは、渦によって欧州特許出願公告第545957号明細書に従って行うことができ、このようにして形成されかつ凝固する泡材料には、異なる直径の小孔が存在し、その結果あまり再現可能でない材料特性が生じる。泡体における小孔の大きさ及び分布の調節は、充分な程度には可能でない。

【0008】米国特許第5281251号明細書によれば、泡立て器のように構成される外側の羽根端部にガス出口開口を持つ供給装置により、溶湯へガスを入れることが行われる。導入手段の類似な実施形態又は振動するノズルを、米国特許第5334236号明細書が開示している。

【0009】効果的な泡形成を行うため、振動ノズル室のような多数のノズルを介するか、又は更に気泡を旋回させるため回転するプロペラ状攪拌機を持つ垂直なノズルにより、ガスを溶融金属へ添加することも提案された（欧州特許出願公開第544291号明細書）。

【0010】溶湯へのガスの吹込みにより泡状金属を製造するすべての公知の装置にとって共通な欠点は、大きい寸法差を持つ小孔又は気泡が形成され、その大きさ及び大きさ分布が所望のように調節可能でないことである。その結果しばしば望ましくないように比較的大きい比重、及び泡状金属材料の不十分に再現可能な材料特性が生じる。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】ここで本発明は救済策を提供し、ほぼ同じ容積を持ちかつ大きさを調節可能な

小孔又は気泡の形でガスを溶湯に入れることができる、最初にあげた種類の装置を提供することを目的にする。本発明の別の目的は、所望の泡状金属を作成する方法を提示することである。

【0012】

【課題を解決するための手段】最初にあげた種類の装置においてこの目的は、本発明によれば、ガス供給管が突出して溶湯へ入り込み、入り込み端部において、0.006~0.2mm²の面積を持つガス出口断面及び4.0mm²より小さい管端面を持っていることにより達せられる。

【0013】本発明により得られる利点は、実質的に、小孔の形成の際その特定の大きさのために、ガス供給管に安定な泡分離基準が与えられことである。

【0014】従来技術による泡立ち可能な金属へ、ノズル板にある穴を通してガスが入れると、実験の結果わかったように、泡が生じ、その結果穴の周りに泡付着範囲の拡大が起こる。分離の時点及びその際ノズル板の所に形成される泡の大きさは、厳密な狭い法則性をとらないので、異なる直径を持つ泡を持つ泡状金属が形成される。ノズル板に例えば2つ又はそれ以上の穴が、溶融金属へガスを入れるために設けられていると、板表面におけるそれぞれの泡付着範囲の拡大が進行して個々の泡が過大な泡を形成しながら1つになり、これが所望の泡形成に逆行する。最初に述べたようにノズルのガス分離又は大きい気泡の分割を金属中におけるガス入口開口の相対運動又は渦形成により行うことが既に試みられたが、これは充分な程度に所望の効果を生じなかった。

【0015】ガス供給管の本発明による幾何学的構成によって、溶湯中における所望の安定な気泡分離基準がはじめて与えられ、この基準が実質的に同じ高さの個別泡容積及びそれに応じて形成される泡状金属を生じる。

【0016】装置の構成は、ガス供給管の出口開口が、出口開口の最大内側寸法の少なくとも5倍なるべく少なくとも10倍の大きさを溶湯へ入り込むように構成されているように、有利に行うことができる。それにより溶湯における泡の特に効果的に安定なはぎ取り基準が得られる。

【0017】有利なように、ガス供給管が円形のガス出口開口及び管端縁又は円環状の管端面を持っていると、気泡の大きさを制御するための特に経済的な管端構成が得られる。

【0018】ガス供給管の小さい端面で大きい安定性、及び泡立ち運転における装置の高い耐摩耗性を得るために、溶湯へ入り込むガス供給管が、少なくともガス出口端部の範囲に、球欠状、円錐台状又は角錐台状の外側輪郭を持っていると有利である。その際台形表面がガス供給管の軸線となす角が、60°より小さくなるべく45°より小さい値を持っているように、ガス供給管の外側輪郭を構成するのが有利である。

【0019】装置技術的にただし装置の出力及び製造の品質を考慮しても、少なくとも2つなるべく2つより多いガス供給管が、特になるべく出口開口の溶湯への入り込み大きさの10倍より大きい値を持つそれぞれ同じ相互間隔で、泡状金属製造装置の溶湯容器にある交換可能な送風支管に設けられていると、更に著しい利点が生じる。このようにして大きい高級な泡量の準備が短時間に可能であり、これは場合によっては特に大形部品の再処理の際望ましい。

【0020】最初にあげた種類の装置により、個別実験及び小規模量産運転におけるすぐれた結果に関して、気泡容積の均一性が得られるとしても、車両工業用の部材及び複合部材の多量生産のための泡状金属の準備可能性の実験の際、永続的な運転中に溶湯侵食又は装置と溶湯との反応により装置の寸法形状が変化し、それにより永続運転における安定な気泡分離基準の保証がもはや与えられないことが確認された。

【0021】それにより根拠づけられて、本発明は、永続運転においても長時間にわたって、金属溶湯の泡立ちの際安定な気泡分離基準が得られるようにする別の構成をねらっている。

【0022】永続運転においても長い時間にわたって、金属溶湯の泡立ちの際安定な気泡分離基準が得られるようにする装置を構成するという課題は、ガス供給管が、少なくとも入り込み端部の範囲において、セラミツクから成っていることによって解決される。

【0023】こうして得られる利点は次の通りである。即ち装置の本発明による構成では、少なくとも摂氏数100度の高温金属溶湯と長時間接触しても、寸法形状は不変なままであり、従って長時間にわたって装置をしばしば使用しても、金属溶湯の泡立ちの際安定な気泡分離基準が得られる。溶湯との接触の際本発明による装置の高い形状安定性及び長い使用期間は、今や装置の修理又は交換なしに、永続運転において不変に高い品質の泡状金属を提供するのを可能にする。その際次の知識を利用する。即ち装置のセラミツクから形成される部分、場合によっては装置全体は、今まで使用された鋼製装置と比較して、金属溶湯と著しくゆっくり反応し、その際同時に同じ寸法形状でガスを溶湯へ供給する際、気泡形成に関して疎水性の系の形成を可能にする。

【0024】特に高い反応不活性従ってすぐれた使用特性は、本発明による装置において、セラミツクが酸化物セラミツク特に酸化アルミニウムセラミツクであると得られる。

【0025】泡立ち可能な金属へのガスの吹込みにより高級な泡状金属を作成可能にする、最初にあげた種類の方法を提示するという本発明の課題は、それぞれの個別泡の直径又は大きさの均一性及び気泡の大きさが、ノズルの幾何学的構成及び金属溶湯へのガスの流入パラメータの調節により制御されることによって、解決される。

【0026】こうして得られる泡状金属の利点は、特に実質的に同じ大きさの泡が、機械的荷重のかかる際、泡体の低い比重及び所望の材料特性に関して、金属区画の支持基準を著しく改善することである。

【0027】泡状金属体が、使用に対応してそれぞれ同じ大きさの泡の異なる直系で要求されると、本発明によれば、個別泡の大きさの均一性が、溶湯へのガス供給管の入り込みにより得られ、個別泡の大きさが、ガス出口断面の大きさ、供給管端面の大きさ及びガス圧力の大きさによって簡単に制御される。即ち泡状金属体がそれぞれ同じ容積ただし異なる大きさの気泡を持っていると、変形の際におけるその材料特性も異なり、それにより特定の使用目的に対して、それにもっともよく適した物体を作成することができる。

【0028】大規模な実験の結果わかったように、ガスが、平均値の周りに振動するか又は変動する圧力で又は振動するように動かされるノズルにより、溶湯へ供給されると、気泡の大きさの均一性を更に高めることができる。

【0029】方法技術的にただし製品品質に関しても、ガスが0.3~12 barなるべく0.7~5 barの圧力で吹込まれると、更に有利である。

【0030】金属溶湯が軽金属なるべくアルミニウム又はアルミニウム合金から作成されると、特に軽いか又は小さい容積重量を持つ泡状金属体を作成することができる。それにより部材の小さい質量で、多面的に要求される材料特性を得ることができる。

【0031】金属の泡立ち可能性ただし泡母材又は泡壁の構成も、泡立ち可能な金属溶湯を作成するために、SiC粒子又は Al_2O_3 粒子及び別の非金属粒子又は金属間相から成る粒子が使用されると、著しく改善される。その際1~50 μm なるべく3~20 μm の大きさを持ちかつ泡状金属を安定化する粒子が使用され、かつ泡母材へ均一に分布されると、強度の安定性特に泡壁の屈曲強度に関して有利であり、母金属において2~50容積%なるべく18~28容積%の粒子の容積割合を持つ泡立ち可能な金属溶湯が作成されると、すぐれた結果が得られる。

【0032】前記の方法による連続的な泡立ちを実施する際、特に溶湯の僅かな粒子含有量では、溶湯表面より上にあつて粒子及び金属の付着する泡が、僅かな程度破裂することがあることがわかった。それにより流動可能な金属泡状で泡がまとまることがあるので、凝固する泡状金属は、2つ又はそれ以上の個別泡から形成される一層大きい小孔を持つことがあり、これらの小孔は、機械的荷重のかかる際特に大きい点状圧力のかかる際、材料不良の出発点となる可能性がある。

【0033】泡の部分破裂を大幅に防止するように方法を発展させる本発明の目的は、ガスが少なくとも $S = -11.5 + 144.6 \times P - 0.55$ により間隔S

(mm)において溶湯より下に吹込まれ、ここでPは溶湯の粒子含有量の数値(容積%)であることによって達せられる。

【0034】本発明による発展により得られる利点は、とりわけ、本発明による上昇高さを設けることにより、泡立つべき金属溶湯へ入れられる気泡が、溶湯表面への上昇の際、粒子を含有する溶湯中で最小行程を進まねばならず、この行程で気泡の表面にそれぞれ十分に粒子がたまることができ、泡が溶湯表面を横断すると、気泡を破裂しないように安定化する。特にそれにより、本発明により適当な大きさの上昇高さが考慮されることによ

って、低い粒子含有量例えば2容積%の泡立ち可能な金属溶湯も、今や簡単に高い品質の安定な泡状金属へ移行することができる。

【0035】更にわかったように、酸素含有ガスなるべく空気、特に実質的に純粋な酸素が吹込まれると、驚くべきことに、溶湯の粒子含有量に合わされる気泡の最小上昇高さの有利な効果を高めることができる。なぜならば、粒子及び金属の付着した気泡の表面には、同時に補強作用する酸化物層が形成されるからである。

【0036】所望の材料特性を持つ泡状金属物体を製造するための原材料を準備するため、本発明は、固体の補強粒子を持つ流動金属母材から成る壁により区画されている気泡を持つ流動可能な泡状金属を創造することを目的としている。この目的は最大気泡の直径が、最小気泡の直径により割られて2.5より小さい値を生じることによって達せられる。このような流動可能な泡状金属は、高い精度を持つ異なる手段を使用すると、部材に形成され、凝固せしめられ個別の泡の大きさ及び比の値に

応じて、部分の特定の密度及び圧縮応力印加の際の圧縮特性が得られる。0.09~0.11の密度を持つ泡部材は、例えば0.25~0.8Mpaの僅か上昇する圧縮応力において、70%までの圧縮度を受ける。

【0037】高い面状及び高い点状の機械的荷重に耐える泡状金属体は、最初にあげた種類の泡状金属において、小孔が実質的に球状又は楕円体状に閉じられて形成されており、小孔のそれぞれ最大の直径が単モードに分布され、小孔が実質的に安定化された個々の泡から形成され、壁内表面が少なくとも部分的に酸化物で被覆されていることによって得られる。

【0038】本発明による泡状金属体は、機械的性質の等方性に関して有利な、三次元的に均一に分布した小孔の単モード大きさ分布において、酸化物で補強される小孔壁構造を持ち、それにより使用の際高められる荷重印加可能性が得られるか、又は金属泡単位により部材の使用期間を高めることができる。小孔が流動可能な金属泡の個々の安定化された泡に実質的に相当するように、小孔が構成されるため、本発明による泡状金属体は、高い面状荷重においてだけでなく、主として点状に現われる高い荷重においても、部材に使用するのに適している。

【0039】それぞれ1つの実施例を示す図面により、本発明が以下に詳細に説明される。

【0040】

【実施例】図1には寸法Eだけ溶湯へ入り込むガス供給管1が示されている。ガス供給管1は、内表面4と外表面5との間に、溶湯Sへ突出する管端面を持つ不変な壁厚を持っている。

【0041】図2は、溶湯Sへの入り込み寸法を持つガス供給管1を示し、この管1は出口範囲に円錐台状又は角錐台状の外側輪郭6を持ち、この外側輪郭は、延長部においてガス供給通路の軸線に対して角をなしている。ガス供給管1のこのような構成様式により、部材の高い安定性及び強さにおいて、端縁の所まで最小の単位面積を持つ管端面を形成することができる。

【0042】図3から、溶湯容器の壁9になるべく取外し可能に設けられている送風支管8を持つ構成様式がわかる。送風支管8には、溶湯Sへ入り込む3つのガス供給管1、1'、1"が、相互間隔A₁及びA₂において設けられている。このような容易に交換可能な送風支管8は、実質的に同じ個別泡容積を持っているが異なる泡大きさを持つ泡状金属を製造すべき時に好んで使用される。なぜならば、それにより形成基準即ちガス出口断面の大きさ及びガス供給管端面の大きさが短時間に変化可能だからである。

【0043】概略図面により泡形成機構を再度簡単に説明する。

【0044】ガスが溶湯Sへ入れられると、溶湯中で供給管1の出口開口2に凸な湾曲部が形成される。この大きくなる湾曲部の周りに、大きくなるこの湾曲部の周りに、ガス出口開口の周囲面に溶湯が垂れ下がる。今や溶湯/壁の境界面系に疎水系が存在するので、ガス出口開口の周りにおける溶融金属の付着強度は小さく、それにより気泡分離現象及び壁のところにおける気泡境界の面状移動が生じる。それにより気泡の分離条件が大幅に不確定であり、それが異なる泡大きさの原因となる。隣接する複数の出口開口により泡を作成しようとするれば、大抵の場合これらの泡がまとまり、それにより所望の泡立ちが妨げられるか、又は泡状金属の不均一な泡構造が形成される。

【0045】さて例えば本発明により突出するガス供給管1が内径D₂、ガス出口断面2及び外径D₁を持っていると、その結果管端面3の寸法が生じる。

【0046】しかし溶湯へガスを入れる際、気泡境界は管端面3の外縁までしか移動せず、それにより分離基準への著しい影響が存在する。泡立ち可能な溶湯Sへ入り込む隣接ガス供給管1、1'、1"も、端面3の外縁ではね返る面のため、気泡の所定の分離基準を形成するので、大きい泡のまとまり及び発生は大幅に防止される。

【0047】更に本発明の構成が図4及び5を参照して更に説明される。

【0048】大規模な実験系列において、それぞれ粒子を含有する種々のアルミニウム合金例えばA1Si7Mg、アルミニウムのほかに実質的に7重量%の珪素及び1重量%のマグネシウムを含みA356として知られているアルミニウム合金、又は例えばAA6061（アルミニウム協会の規格番号6061による組成を持つアルミニウム合金）が、溶融するつばの中で溶融され、溶湯中における粒子含有量の調節が、場合によっては科学的組成に一致する粒子のない合金の混合により行われた。続いて粒子含有溶湯へガスが供給された。すべての実験において、供給は出口開口を持つ個々のノズル体を介して行われ、クロム-ニッケル鋼及びセラミツクから成るノズル対が使用された。

【0049】第1の実験系列において、種々のノズル体の耐久性が検査された。一方ではクロム-ニッケル鋼ノズルによりまた他方では酸化アルミニウムノズルにより、20秒〜45分の時間にわたって、それぞれ5回の泡立ち実験の実施の際、約2分以上使用された鋼のノズルでは、溶湯侵食によりガス出口開口の形状の変化が光学的に確認された。それに一致して、泡立ち過程の始めおよび終わりに作成されて溶湯表面から取り去られる金属泡は、種々の孔径を持っていた。これとは異なり、酸化アルミニウムから成るノズル体では、45分にわたる連続使用でも、寸法形状のこのような変化は見られなかった。従って全実験時間にわたって、等価な小孔性質を持つ泡状金属を作成することができた。SiO₂又はSiO₂/Al₂O₃のような他のセラミツク材料も、鋼に対する利点をもって使用することができる。しかし最大の使用時間はAl₂O₃から成るノズル体で得られる。

【0050】第2の実験系列では、酸化アルミニウムからなるノズル体により、溶湯の固定した粒子含有量Pにおいて、入れられるガスの上昇高さSが変化され、種々のガス導入深さにおいて形成される金属泡の性質が検査された。その図4に関連して、次の特性が示された。例えば2容積%の溶湯の僅かな粒子含有量Pでは、低い上昇高さSにおいて金属泡が形成され、断面を見ると、少なくとも2つの泡から形成されている小孔が存在する。このような小孔は、長軸と短軸との大きい比を持つ楕円体のように細長く形成されていることで簡単に認められる。このような特性は検査された粒子含有量において、図4の上昇高さ範囲Aに見出される。しかし与えられた粒子含有量Pにおいて、上昇高さSがもはや図4の範囲Aに来なくて、範囲Bにあるように高められると、泡状

金属が作成されて、高められる上昇行程のため泡が充分粒子を表面に蓄積することができ、それにより液状金属泡中における破裂に対して安定化される。実質的に完全な泡安定化のため実験的に求められた必要な上昇高さが三角形の形の種々の粒子含有量に対して図4に記入されている範囲Aと範囲Bとを分離する線は、実験データに合わされた次の一般式の平衡線を示している。

$$Y = a + Xb$$

【0051】最小上昇高さを維持する際、金属泡において断面図で、95%以上まで、部分的には99%以上まで、個々の気泡に相当する小孔が確認された。図5は、本発明による泡立ち条件を維持して作成された泡状金属の小孔の大きさ分布を示している。図5のヒストグラムによりわかるように小孔の大きさの単モード分布では、4mmの平均値において、約6mmを持つ小孔の割合は、2mmを持つ小孔の割合より僅かだけ大きく、即ち小孔の大きさは、平均値の両側でほぼ同じ程度又は同じ頻度で分布している。

【0052】第3の実験系列においては、材料組成及び材料性質への吹込まれるガスの影響が調査された。その際二次電子顕微鏡（SEM）検査の範囲内で意外にも、安価な空気のような酸素含有ガスを使用すると、小孔表面の部分範囲に、酸化物から成る付加的な層が形成されていることがわかった。本発明による泡状金属体を半分の容積に圧縮するために必要な変形エネルギーの5〜7%の増大が示したように、酸化物層は泡状金属へ補強できるように作用する。全部で約10%の変形エネルギーの更に高められる増大は、泡立ちガスとして純粋な酸素を使用する際に認められた。このような場合、SEM撮影により示されたように、壁内表面が実質的に完全に即ち少なくとも90%まで酸化物で被覆されている。

【図面の簡単な説明】

【図1】ガス供給管を示す。

【図2】円錐大状の外側輪郭を持つガス供給管を示す。

【図3】複数のガス供給管を持つ送風支管を示す。

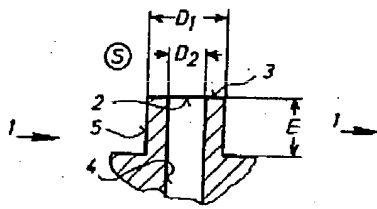
【図4】本発明により考慮される溶湯の最小上昇高さとし粒子含有量との関係を示す。

【図5】本発明による泡状金属体の小孔分布を示す。

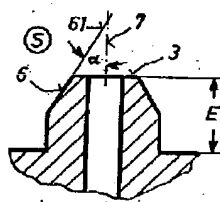
【符号の説明】

1	ガス供給管
2	ガス出口断面
3	管端面
S	溶湯

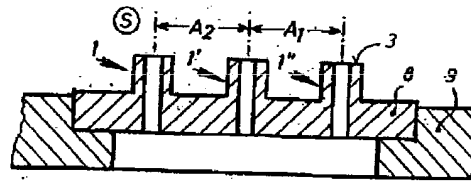
【図1】



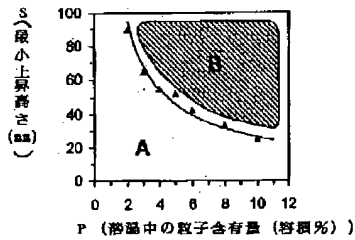
【図2】



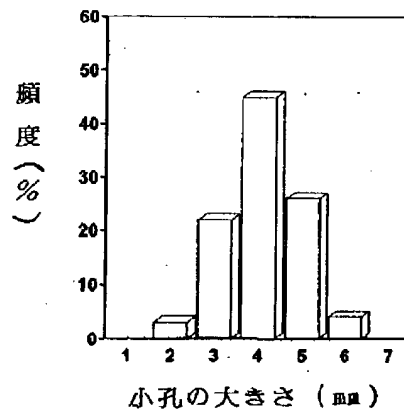
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 フランツ・ドーベスベルゲル
オーストリア国シュヴァルツエナウ・クラ
インライヒエンバツハ25
(72)発明者 ヘルベルト・フランクル
オーストリア国ベルク・ボスヒアヒエルジ
ードルング31

(72)発明者 デイトマル・ライトマイエル
オーストリア国シュリースハイム/ザエル
ス・ギユンターレルシュトラッセ5
(72)発明者 アロイス・ビルクマン
オーストリア国モースドルフ・ヌンメル2
Fターム(参考) 4K020 AA22 AC01 BB22